

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA – LEÓN
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE MADRIZ.
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL



Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agroecología Tropical”

“Evaluación de 13 Líneas Avanzadas de Frijol Rojo (*Phaseolus vulgaris*) y un testigo INTA Rojo, para la tolerancia a la sequía, y adaptabilidad a condiciones agroecológicas de la zona, comunidad El Porcal, Municipio de San Lucas, Depto. de Madriz, 2012.”

Presentado por:

Br. Reyna Isabel Jarquín Joya.

Br. Valeska Sarahí González López.

Br. Tania Milagros Joya Rodríguez.

Tutor: Ing. José Ernesto Escobar.

Co-tutor: Ing. Fermín Omar Díaz

Asesor: Msc. Julio Molina Centeno.

NICARAGUA, SOMOTO, SEPTIEMBRE 2013.

INDICE GENERAL

Índice general.....	i
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	ix
RESUMEN.....	x
I.INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. MARCO TEORICO	4
4.1. Generalidades del fríjol	4
4.1.1. Historia del fríjol	4
4.1.3. Taxonomía.....	5
4.2. Morfología.....	5
4.2.1. Raíz.....	5
4.2.2. Tallo.....	5
4.2.3. Ramas y Complejos axilares	6
4.2.4. Hojas.....	6
4.2.5. Flores	7
4.2.6. Fruto	7
4.2.7. Semilla.....	7
4.3. Etapas fenológicas.....	7
4.3.1. Etapas de desarrollo del cultivo del fríjol.....	8
4.3.1.1.Germinación (V-0)	8
4.3.1.2.Emergencia (V-1)	8

4.3.1.3.Hojas primarias (V-2).....	8
4.3.1.4.Primer hoja trifoliada (V-3)	8
4.3.1.5. Tercera hoja trifoliada (V-4).....	9
4.3.1.6.Prefloración (V-5).....	9
4.3.1.7.Floración (R-6).	9
4.3.1.8.Formación de vainas (R-7)	9
4.3.1.9.Llenado de vainas (R-8)	9
4.3.1.10.Madurez fisiológica y cosecha (R-9).....	10
4.4. Requerimientos Agroecológicos del fríjol.....	10
4.4.1.Altitud.....	10
4.4.2.Temperatura.....	10
4.4.3.Precipitaciones.....	10
4.4.4.Duración del día (luz).....	11
4.4.5.Humedad relativa.....	11
4.4.6.Vientos.....	11
4.4.8.PH.....	11
4.5.Línea pura de fríjol.	11
4.5.1.Variedades.	12
4.5.1.1.INTA Rojo.....	12
4.6.Producción Agroecológica del fríjol.....	12
4.6.1.Aplicación de herbicidas pre-siembra.....	12
4.6.2.Preparación del suelo.....	13
4.7. Siembra.....	13
4.7.1. Zonas de siembra del fríjol.....	13
4.7.1.1.Zona seca.....	13
4.7.1.2.Zona semi-humedad.....	13
4.7.1.3.Zona Húmeda.....	13
4.7.2. Mejoramiento Genético del Fríjol para condiciones de sequía.....	14

4.7.3. Modalidades de siembra del fríjol.....	15
4.7.3.1.Siembra en línea.....	15
4.7.3.2.Siembra al voleo.....	15
4.7.4.Selección de la variedad a sembrar.....	15
4.7.5. Cantidad de semilla.....	16
4.7.6.Profundidad de siembra.....	16
4.7.7.Marco de siembra y Densidad poblacional.....	16
4.8. Fertilización.....	16
4.8.1. Fertilización básica.....	16
4.9. Requerimientos hídricos del fríjol.....	17
4.9.1. Riego del cultivo de fríjol.....	17
4.10. Manejo fitosanitario.....	17
4.10.1. Manejo de malezas.....	17
4.11. Manejo de plagas.....	18
4.11.1.Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp</i>).....	18
4.11.2.La babosa del frijol o lipe del frijol común (<i>Vaginilus plebeius</i>).....	18
4.11.3.La Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	18
4.12. Manejo de enfermedades.....	19
4.12.1.Mancha angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>).....	19
4.12.2.Virus de Mosaico común del Frijol (B.C.M.V).....	20
4.12.3.Mosaico Dorado (BGMV).....	20
4.13. Cosecha y Postcosecha.....	20
4.13.1. Madurez del grano.....	21
4.13.2. Postcosecha.....	21
4.13.2.1. Presecado.....	21
4.13.2.2. Tecnología de secado en cordeles o tendales.....	21
4.13.2.3. Tecnología de pre secado de frijol con plástico.....	21

4.13.2.4. Aporreo.....	21
4.13.2.5. Secado.....	21
4.13.2.6. Almacenamiento.....	22
V. MATERIALES Y METODOS.....	23
5.1 Ubicación del estudio.	23
5.2. Diseño Experimental.	23
5.3. Material Genético.	23
5.4. Manejo Agronómico.....	24
5.4.1.Preparación del suelo.....	24
5.4.2.Siembra.....	24
5.4.3.Fertilización.	25
5.4.4.Manejo de plagas.	25
5.4.6.Control de malezas.	25
5.4.7.Manejo de enfermedades.	25
5.7.8.Cosecha.....	25
5.5. Variables a medir.....	26
5.5.1.Días a flor.	26
5.5.2.Hábito de crecimiento.....	26
5.5.3.Reacción a enfermedades.	26
5.5.4.Adaptación reproductiva	26
5.5.5. Color de la vaina.....	27
5.5.6.Días a madurez fisiológica	27
5.5.7.Plantas Cosechadas	27
5.5.8.Rendimiento de grano.....	27
5.5.9.Valor Comercial.	27
5.5.10.Humedad del grano.....	28
5.5.11. Datos de precipitación (mm).	28

5.6. Análisis estadísticos.....	28
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
VII. CONCLUSIONES.....	37
VIII. RECOMENDACIONES.....	38
VII. BIBLIOGRAFIA.....	39
X. ANEXOS.....	41
Anexo 1.....	42
Anexo 2.....	43
Anexo 3.....	44
Anexo 4.....	48
Anexo 5.....	49

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo primeramente a Dios por ser la mayor fuente de inspiración de toda la humanidad y por haberme dotado con habilidades intelectuales, fortaleza y sabiduría que supe aprovechar, las cuales me permitieron culminar mis estudios y mi trabajo de diploma.

A mi padre Marcio Antonio González Medina y mi madre Marylena López por guiarme siempre por el buen camino por que ambos han trabajado muy duro toda su vida para darme lo necesario para que yo fuera una mujer de bien; brindándome siempre su apoyo, valores morales íntegros, educación, amor al trabajo, dedicación al estudio. Este esfuerzo me motiva a ser cada día mejor en mi formación personal y profesional.

A mis Abuelos y Tías en especial a un ser muy querido quien fue mi tío Juan Carlos López Vallejos (Q.E.P.D) que supieron guiarme por el camino correcto, brindándome esperanza cuando más la necesitaba para alcanzar mis metas y sueños.

A mi novio Franklin Humberto Corrales Gutiérrez por ser una persona muy importante en mi vida, por darme su amor, comprensión, cariño, tolerancia, apoyo incondicional; y por sus múltiples consejos y críticas, que me motivan a salir adelante a pesar de las adversidades.

A todas las personas, amistades y familiares que de una u otra manera me brindaron su apoyo y comprensión durante este proceso tan importante en mi vida.

Br. Valeska Sarahí González López

DEDICATORIA

Dedico primeramente este trabajo a:

Dios: Por ser fuente de luz y sabiduría guiándome en todo momento. Para ti todo el honor y gloria.

A mis padres: Laura Matute, Francisco Joya, Ada Rodríguez que con gran dificultad y esfuerzo me han demostrado su amor. Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.

¡Gracias por darme la vida!

¡Los quiero mucho!

A mis abuelos: Modesto Joya, Petrona Martínez por ser pilares fundamentales de la familia, en especial, este trabajo es dedicado a mí Mamá Berta por ser mi razón de vivir, por tener la plena confianza de que cumpliría mis metas satisfactoriamente. A Papá Donaldo que desde el cielo guía mis pasos por ser motivo de mi inspiración y superación les agradezco el cariño, comprensión, paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional.

A mi Esposo Freddy Ernesto Fuentes Marín por su amor sincero, comprensión y apoyo incondicional.

A mis Hermanas: Keylin Joya y Crisly Joya porque siempre he contado con ellas para todo gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

Br. Tania Milagros Joya Rodríguez.

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis con amor y cariño, principalmente a DIOS nuestro padre celestial, por haberme regalado la vida, fortaleza, sabiduría; sobre todo confianza para seguir adelante y lograr culminar mi carrera.

De manera muy especial a mi mamá Evarista Joya Ramírez y mi papá Isacio Jarquín López que han estado conmigo en todo momento y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor para poder lograr cumplir uno de mis sueños como es culminar mis estudios universitarios y formarme como un profesional; de igual manera a mis hermanos, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, por todo esto les agradezco de corazón y los quiero mucho.

A nuestros docentes en especial Msc. Guillermo Toruño, Msc Francisco Vargas y al ingeniero Fermín Omar Díaz e Ingeniero Freddy Fuentes Marín por ser grandes profesores y amigos que se interesan en transmitir sus conocimientos y de tal manera que sus estudiantes adquieran para ponerlos en práctica en un futuro profesional.

A mis amigos, familiares y personas muy especiales que han sido en mi vida por brindarme su amistad incondicional en todo momento, porque me ayudaron en el transcurso de mi carrera además de brindarme sus consejos y confianza y por estar conmigo en todo este tiempo, donde he vivido momentos felices y tristes con ellos, gracias a todos.

Br .Reyna Isabel Jarquín Joya.

AGRADECIMIENTOS.

Infinitas gracias a Dios Todo poderoso por habernos dado la sabiduría y el entendimiento para poder llegar a culminar con éxito nuestra carrera y por proveernos de todo lo necesario para salir adelante.

A la Ing. Doris Amelia Matute por abrimos las puertas de la institución (INTA) y dar realce a nuestro trabajo de tesis y poder culminarlo con éxitos.

Al Ing. Julio Molina por dirigir esta tesis, por su empeño, dedicación profesional. Su exigencia y rigurosidad han sido clave en este trabajo.

Al Alma mater, la Universidad, por darnos la oportunidad de alcanzar esta meta .Gracias a los profesores e investigadores quienes durante los 5 años se esmeraron por dar lo mejor para nuestra formación profesional por los conocimientos teóricos y experiencias vividas.

Agradecemos en especial: al Msc. Guillermo Toruño; Msc. Francisco Vargas, Ing. Fermín Díaz e Ing. Freddy Fuentes por su apoyo ofrecido en los momentos difíciles en este trabajo; al Msc. José Ernesto Escobar por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra Monografía.

A la Universidad Nacional Autónoma de León; Sede-Somoto y en especial a la Facultad de Ciencia y Tecnología por permitirnos ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva Para el país.

Br. Valeska Sarai González López.

Br. Tania Milagros Joya Rodríguez.

Br. Reyna Isabel Jarquin Joya.

RESUMEN

Los fríjoles son uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce; se encuentran entre las primeras plantas alimenticias domesticadas y luego cultivadas. Se evaluaron en la localidad de El Porcal (San Lucas), 13 líneas de fríjol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y un testigo local INTA Rojo previamente seleccionadas en pruebas preliminares de rendimiento realizadas sobre el Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento de frijol rojo (VIDAC Rojo) en la época de primera en el año 2012, para evaluar la tolerancia a la sequía adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona además para determinar sus características agronómicas y rendimiento al grano. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro bloques divididos en sub bloques espaciados a 0.50 m, cada repetición de catorce metros de largo y cinco metros de ancho; se realizó análisis de varianza y separación de medias a través de Tukey (0.05) del error.

Se evaluaron 2 variables cualitativas y 8 cuantitativas. Con respecto a la reacción de los materiales a enfermedades, se encontró que para mancha angular las líneas RS 813-35(2.25), ALS 0532-6 (2.5), ALS 0531-97 (2.75) fueron menos afectadas por esta enfermedad, de las cuales se destacan por su mejor aspecto de grano las líneas RS 813-35(2), ESL 801-7 (2) y en rendimiento de grano la línea RS 814-26 (1543.5). También se encontró que en los días a floración y madurez fisiológica indicaron que las líneas más precoces fueron ESL 613-9 (32 y 62) y RS 813-35 (32 y 60) coincidiendo en sus días respectivamente; el 96% de las plantas presentaron hábito de crecimiento IIb y las líneas INTA-Rojo, ESL 613-9, SRS 2-33-60, RS 811-15 presentaron hábito de crecimiento IIa. El periodo de sequía se presentó en las etapas de mayor necesidad hídrica del cultivo de frijol desde la tercera hoja trifoliada (V4), prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7) y llenado de vainas (R8). Concluyendo que las líneas ALS 0532-6 (2.5) y ALS 0531-97 (2.25) son las que tuvieron mejor reacción a enfermedades; pudiéndose recomendar la implementación del cultivo de líneas avanzadas de fríjol que sean tolerantes a la sequía como las líneas ESL 613-9 y RS 813-35; por presentar las mejores características agronómicas.

I. INTRODUCCION

Los fríjoles son uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce; se encuentran entre las primeras plantas alimenticias domesticadas y luego cultivadas. En Nicaragua el fríjol común es después del maíz, el principal alimento básico y constituye la fuente de proteínas más importantes y barata en la dieta humana debido a su distribución en los cinco continentes.

El consumo per capita en Nicaragua es de 26.1 kilogramos por año y es el más alto de Centroamérica, pero varía mucho año con año, dependiendo de la producción, las importaciones, exportaciones, precio y existencias.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), mediante el Programa de Semilla, ha seleccionado materiales de frijol a través de la evaluación del Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento de Fríjol Rojo (VIDAC Rojo), introducido de la Escuela Agrícola del Zamorano en el año 2011. A partir de los cuales fue posible realizar la selección de 13 líneas promisorias para tolerancia a sequía, reacción a enfermedades y con un color de grano aceptable para el mercado; con esto lo primordial es solucionar y asegurar el aumento de la producción del cultivo del frijol.

En las zonas más promisorias para producir fríjol, el uso de variedades mejoradas para tolerancia a sequía y enfermedades, es para mejorar los rendimientos y obtener una buena calidad de grano; ya que es posible incrementar el rendimiento en forma estable, de modo que se asegure el retorno económico de los agricultores.

Con estos nuevos genotipos pretendemos dar respuesta a una de las problemáticas que presentan los productores de Madriz como lo es la sequía provocando bajo rendimientos en la producción, promoviendo el uso de buena semilla y fertilización adecuada además de aplicar los conocimientos científicos en determinadas condiciones agroecológicas.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar 13 líneas avanzadas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y un testigo INTA Rojo para la tolerancia a la sequía, y adaptabilidad a condiciones agroecológicas de la zona, en la finca "El nuevo amanecer", comunidad El Porcal municipio de San Lucas, Depto. de Madriz, 2012.

2.2. Específicos

- Determinar las características agronómicas y el rendimiento de grano en las 13 líneas avanzadas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*).
- Seleccionar al menos 2 líneas promisorias de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*), para reacción a enfermedades y adaptación a condiciones de sequía.

III. HIPÓTESIS

- **Hipótesis Nula**

Las 13 líneas avanzadas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en estudio tienen el mismo grado de tolerancia a la sequía por lo tanto, tendrán iguales características agronómicas, rendimiento de grano y reacción a enfermedades.

- **Hipótesis Alternativa**

Las 13 líneas avanzadas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en estudio difieren en su grado de tolerancia a la sequía, por lo tanto tendrán diferentes características agronómicas, rendimiento de grano y reacción a enfermedades.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Generalidades del frijol

4.1.1. Historia del frijol

Son uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce; han formado parte importante de la dieta humana desde hace miles de años. Se encuentran entre las primeras plantas alimenticias domesticadas y luego cultivadas. Los frijoles comunes empezaron a cultivarse hace aproximadamente 7000 años A.C. en el sur de México y Guatemala. En México, los nativos cultivaron los frijoles blancos, negros, y todas las demás variedades de color; también semillas pequeñas y grandes.

Puesto que las culturas Mesoamericanas de México cruzaron el continente americano, estos frijoles y las prácticas de cultivo se propagaron poco a poco por toda Suramérica a medida que exploraban y comercializaban con otras tribus. Cuando los conquistadores de la Península Ibérica llegaron al Nuevo Mundo, florecían diversas variedades de frijoles. Cristóbal Colón les llamó faxones y favas por su parecido a las habas del viejo mundo, los mayas los llamaban búul y quinsoncho, los incas purutu, los cumanagotos de Venezuela caraotas, en el Caribe les denominaban cunada, los chibchas histe. Los primeros exploradores y comerciantes llevaron posteriormente las variedades de frijol americano a todo el mundo, y a principios del siglo XVII, los frijoles ya eran cultivos populares en Europa, África y Asia. (Castañeda, 2006)

4.1.2. Importancia

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L*) es la fuente de proteínas que tiene más importancia en nuestro país, después del maíz es el principal alimento básico de la población. El grano es rico en proteínas (22.3%), hierro (7.9%) y vitamina (2.2%). El área cultivada en Nicaragua es relativamente alta (140,000-150,000 Mz) pero los rendimientos obtenidos son siempre bajos (7-12qq/Mz).

Las tierras (suelos) aptos para el cultivo del frijol se calculan en un millón de manzanas. El país cuenta con el potencial necesario para aumentar considerablemente la producción de

grano, ya sea mediante el área de siembra, elevar los rendimientos o ambos. Según los datos existentes el 95% de la producción están en manos de pequeños y medianos productores (0.5-3Mz), el restante 5% es explotado por los grandes productores.

Es necesario solucionar y asegurar el aumento de la producción mediante uso de buena semilla, fertilización adecuada, aplicar los conocimientos científicos de determinadas condiciones agro-ecológicas pero también es primordial la capacitación de productores y profesionales del agro. (CIAT. 1994).

4.1.3. Taxonomía

El orden del fríjol es Rosales, perteneciente a la familia Leguminosae y a la subfamilia Papilionoideae; su Tribu es Phaseoleae y la subtribu Phaseolineae; del cual su Género Phaseolus, donde la Especie es Vulgaris. El género Phaseolus tiene aproximadamente 35 spp, de las cuales solo se cultivan 4 de ellas P. vulgaris, P. coccineus, P. lanatus y P. acutifolius.

4.2. Morfología

4.2.1. Raíz

El sistema radicular del fríjol es pivotante y fibroso, posee las raíces principales, secundarias, terciarias y cuaternarias.

En los primeros 30 cm está concentrada la mayor parte de este sistema, pero la raíz principal puede alcanzar 1.0-1.5 m de profundidad. Esta profundidad varía de acuerdo a la etapa en que se encuentre el cultivo. En la etapa germinativa es de 7cm, floración de 30-40 cm y en la madurez 1.0-1.5 m. Es importante señalar que en el sistema radicular se encuentran los nódulos, los cuales son los encargados de fijar el nitrógeno atmosférico y hacerlo disponible para la planta mediante las bacterias del género *Rhizobium*.

4.2.2. Tallo

El tallo del fríjol puede ser sub-glabro o pubescente. Este se origina desde la inserción de las raíces y en el se encuentran el hipocótilo, cotiledones, hojas primarias, hojas trifoliadas, epicotilo.

Dependiendo si el tallo termina en una inflorescencia o un meristemo vegetativo que permite a la planta seguir creciendo se considera de hábito de crecimiento determinado, en

el primer caso e indeterminado en el segundo. El hábito de crecimiento depende de la forma de la parte terminal del tallo, longitud de entrenudos, aptitud para trepar o capacidad de torción, además del grado de ramificación. Todos estos parámetros nos ayudan en la descripción morfológica de las diferentes variedades. El CIAT maneja 4 tipos principales que son:

- **Tipo I:** Determinado arbustivo.
- **Tipo II:** Indeterminado arbustivo.
- **Tipo III:** Indeterminado postrado.
- **Tipo IV:** Indeterminado trepador.

4.2.3. Ramas y Complejos axilares

Las ramas en la planta de fríjol nacen de yemas que se encuentran ubicadas entre la inserción de la hoja. Las ramas pueden ser primarias, secundarias y terciarias. El complejo axilar llamado triada, se forma a partir de las axilas de las hojas. Este complejo lo conforman 3 pequeñas yemas.

Estas yemas pueden tener un desarrollo variado, el cual se describe a continuación.

- a) **Completamente vegetativo:** Esto ocurre en los primeros nudos de la planta.
- b) **Reproductivo y vegetativo:** En este caso la yema central se desarrolla formando la inflorescencia y las laterales inician el desarrollo después de terminar su periodo de latencia.
- c) **Completamente reproductivo:** Esto significa que todas las yemas se convierten en botones florales.

4.2.4. Hojas

Las primeras hojas de la planta de fríjol las constituyen los cotiledones, estos proporcionan las sustancias de reserva en la germinación y emergencia. Después de cumplir su misión, caen a la semana de germinada la semilla.

Los tipos de hojas son simples y compuestas. Las hojas primarias son las primeras hojas verdaderas, forman el segundo par de hojas, son simples y opuestas. A partir del tercer nudo se empiezan a desarrollar las hojas compuestas, estas son alternas. Están formados por 3 folíolos, un peciolo y raquis.

4.2.5. Flores

La inflorescencia del frijol es un racimo, este puede ser terminal en las variedades determinadas y para las indeterminadas es lateral. La inflorescencia está formada por pedúnculo, raquis, brácteas y botones florales.

En el desarrollo tenemos botón floral y la flor completamente abierta. La morfología floral del frijol es favorable para la autopolinización, debido a que las antenas desprenden el polen este cae directamente sobre el estigma.

4.2.6. Fruto

El fruto es una vaina formada por dos valvas. Estas pueden ser glabras o subglabras. El color es variable (verde, rosado o púrpura) . Dependiendo de la dehiscencia de las vainas se pueden clasificar las variedades de frijol. El fruto se origina del ovario.

4.2.7. Semilla

La semilla se origina a partir del óvulo y puede tener formas diferentes como cilíndrica, arriñonada, esférica u otras .La semilla está formada en su parte externa por la testa, rafe, hilum, micropolio; a través de este último se da la absorción de agua.

Internamente la semilla está formada por el embrión, este a su vez lo conforman la plúmula, las dos hojas primarias, hipocótilo, los cotiledones y la radícula. La semilla es nada más que una planta embrionaria en etapa durmiente.

4.3. Etapas fenológicas

El desarrollo de todo cultivo incluyendo el frijol comprende las etapas vegetativa y reproductiva.

La fase vegetativa da inicio cuando la semilla consta de todas las condiciones para la germinación y finaliza al aparecer los primeros botones florales.

La etapa reproductiva comienza al finalizar la primera hasta cuando el grano alcanza el grado de madurez para la recolecta (cosecha).

4.3.1. Etapas de desarrollo del cultivo del frijol

4.3.1.1. Germinación (V-0)

En esta etapa la semilla absorbe agua para favorecer el proceso de germinación con la aparición de la radícula, la cual se convierte en la raíz primaria. En la parte alta de la radícula se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias. Sin embargo, si la semilla es de mala calidad ésta no germina o se pudre en el suelo.

4.3.1.2. Emergencia (V-1)

El hipocotílo, corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a desarrollarse uno a dos días después de la aparición de la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta que son visibles sobre el suelo. Si la semilla es de calidad la emergencia es uniforme y crece con vigor.

4.3.1.3. Hojas primarias (V-2)

Son unifoliadas y opuestas y se desarrollan a partir del segundo nudo del tallo. En la medida que la planta alcanza otras etapas fenológicas, las hojas primarias se desprenden en alguna etapa del cultivo dejando visible el segundo nudo del tallo.

4.3.1.4. Primera hoja trifoliada (V-3)

Al inicio los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño, luego se separan, al final se despliegan y extienden en un solo plano, cuando se inicia la etapa V-3 la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.

Tener mucho cuidado con el uso de químicos en estas etapas, puede causar daños a las plántulas. Los controles deben efectuarse con prácticas que no perjudiquen el suelo.

4.3.1.5. Tercera hoja trifoliada (V-4)

Se presenta entre los 18 y 22 días después de la siembra, el frijol comienza a producir los brotes laterales que posterior se convierten en ramas principales donde se fijará la producción de vainas. En este momento las plantas demandan mayor cuidado en lo que respecta a las malezas, por ser el período crítico de competencia.

Se debe realizar control de malezas mecánico o químico con la aplicación de herbicidas selectivos para que su efecto sea para el incremento del rendimiento.

4.3.1.6. Prefloración (V-5)

En las variedades de hábito indeterminado el inicio de esta etapa se presenta con la aparición de racimos en los nudos inferiores.

4.3.1.7. Floración (R-6)

La floración ocurre entre los 28 y 38 días después de la siembra. Las variedades precoces florecen más rápido mientras que la floración en variedades tardías lo realiza en mayor número de días. Las variedades de color rojo tienen flores de color blanco.

Las variedades de color negro tienen flores lilas o moradas. El frijol es una planta autógama, por lo tanto las flores se autofecundan. La fecundación cruzada se puede presentar entre 2 y 5 %, en condiciones normales de cultivo.

4.3.1.8. Formación de vainas (R-7)

La formación de vainas en las variedades comerciales ocurre entre 40 y 60 días después de la siembra.

4.3.1.9. Llenado de vainas (R-8)

Las vainas después de la floración comienzan su desarrollo y el grano comienza a crecer estas aumentan entre los 15 a 20 días después de la floración. Los granos crecen rápido alcanzan su peso máximo entre los 30 a 35 días después de la floración.

4.3.1.10. Madurez fisiológica y cosecha (R-9)

Cuando las plantas entran en madurez fisiológica, las hojas comienzan a madurar y se desprenden de la planta, las vainas cambian de color verde a crema o amarillo rojizo de acuerdo con la variedad.

Las variedades de color negro pueden tener vainas rojas o verdes que cambian progresivamente a rojo oscuro o crema de acuerdo a la variedad. Las variedades de grano color rojo tienen vainas verdes que cuando maduran son cremas.

La cosecha en las variedades comerciales se realiza entre los 75 y 85 días después de la siembra. Al momento del arranque el grano tiene de 20 a 25% de humedad, la que se reduce entre 13 y 15% para su comercialización. (Guía técnica INTA, 2009).

4.4. Requerimientos Agroecológicos del frijol

4.4.1. Altitud

El frijol es sembrado en el país entre alturas que oscilan desde los 50 y 1500 msnm.

4.4.2. Temperatura

La temperatura para el frijol común varía desde los 10° C hasta los 27° C. Las medias óptimas durante el día deben de ser de 15-20° C, para el frijol cultivado en nuestras condiciones el rango de temperaturas es de 17-24° C.

4.4.3. Precipitaciones

Las precipitaciones durante todo el periodo del cultivo tienen que ser de 300-500 mm. Las etapas en que se necesita más agua son las etapas de floración y llenado de vainas. La absorción de agua se lleva a cabo a una profundidad de 50-70 cm del suelo. La marchitez hace que la planta pierda área foliar por necrosis o abscisión de hojas. Cuando existe alta humedad hay incidencia de enfermedades y retarda la madurez de vainas.

4.4.4. Duración del día (luz)

La fotosíntesis está directamente relacionada con la luz solar, además influye en las etapas de desarrollo y la morfología. El frijol necesita de días cortos, cuando se presentan días largos la floración y la maduración se retardan. En nuestro país ninguna variedad de las cultivadas es afectada por el fotoperiodo de manera negativa. La longitud del día es de 11 horas en febrero y 13 horas en junio.

4.4.5. Humedad relativa

La humedad relativa para que no haya incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol es de 40-60%.

4.4.6. Vientos

El viento combinado con altas temperaturas provoca desecación en el follaje, también acame en la época de floración y formación de vainas desprende las plantas.

4.4.7. Suelo

El frijol necesita suelos bien drenados ya que es muy susceptible a la humedad. Los suelos deben ser de textura franca, franco-arcillosa.

4.4.8. PH.

El pH oscila entre 6-7.5 cuando el suelo contenga un pH de 5.5 se hace necesario encalar.

4.5. Línea pura de frijol

Una línea pura puede definirse como la progenie de una planta única obtenida por autofecundación. En poblaciones autógama pueden existir “n” líneas puras y una vez obtenidas, se puede seleccionar entre una u otras, pero no tiene sentido seleccionar entre individuos de una misma línea con el mismo genotipo por que las variaciones observadas dentro de cada línea son debidas a condiciones ambientales (una línea es la descendencia de una planta autógama por reproducción sexual).

4.5.1. Variedades

Las variedades de frijol cultivadas en el país son criollas y mejoradas. De las criollas se han colectado alrededor de 350 de las muchas existentes en el país. Todas son de crecimiento determinado, del tipo II, III, IV. Las de tipo III son las más predominantes. Se conoce una variedad de tipo I (arbolito) proveniente del departamento de Rivas. El color de la testa varía desde el negro hasta el blanco, incluyendo café oscuro, café claro, amarillo, plomo, bayo, rojo en todas las tonalidades y rosado.

Estas variedades se adaptan a condiciones de infertilidad del suelo, con pH ácido y sin fósforo asimilable, con respecto a las condiciones climáticas se adaptan a zonas de poca humedad y mucho calor. En cuanto a la producción las variedades criollas alcanzan rendimientos potenciales hasta de 1.8 t/ha y rendimientos efectivos de 1.0t/ha.

4.5.1.1. INTA Rojo

La variedad tiene características aceptables por productores y comerciantes por su capacidad de rendimiento, color de grano similar al de las variedades criollas y resistencia a enfermedades como Mosaico común y Mosaico Dorado. La variedad tiene grano de color rojo similar al de las variedades criollas (La variedad tiene alta resistencia a Mosaico dorado, es tolerante a sequía y alta temperatura y las características culinarias son aceptadas por los consumidores como cocción rápida, sabor agradable, color y espesor de caldo deseables).

4.6. Producción Agroecológica del frijol

4.6.1. Aplicación de herbicidas pre-siembra

Se recomienda realizar una aplicación de herbicida seis días antes de la siembra, o que se observe un estado de desarrollo de las malezas de un máximo de 15 cm de altura. Esto nos permite establecer el cultivo en un área limpia de malezas que compitan en los primeros 10 días de desarrollo de las plántulas del cultivo.

4.6.2. Preparación del suelo

El objetivo de la preparación del suelo es garantizar las condiciones para favorecer una mejor germinación de las semillas, mejor desarrollo del sistema radicular y retardar la emergencia de las malezas. En el país, por lo general se utilizan tres métodos de preparación de suelo son: labranza cero, labranza mínima con bueyes, labranza convencional

4.7. Siembra

4.7.1. Zonas de siembra del fríjol

4.7.1.1. Zona seca

Las precipitaciones en esta zona oscilan de 150 a 300 metros. El período de la canícula (15 de Julio-15 Agosto) es bien definido, por lo tanto es recomendable, la siembra de variedades precoces con ciclo de 55-70 días.

Esta zona comprende la parte costera del pacífico: Estelí, Condega, Limay, Somoto, Ocotal, Pueblo Nuevo, San Lucas, Teustepe, Esquipulas, Terrabona, Dario, la concordia, Sébaco y San Isidro.

4.7.1.2. Zona semi-humedad

La siembra puede ser de primera o postrera .En el primer caso es recomendable sembrar variedades precoces para que el período de cosecha coincida con la canícula, aunque no está bien definido. Esta zona comprende Carazo, Matagalpa, San Dionisio, Santa Cruz, San Fernando, Ciudad Antigua, Jícaro, Jalapa, Jinotega y las partes altas de Rivas.

4.7.1.3. Zona Húmeda

Las precipitaciones son altas, por lo tanto en esta zona no existe canícula. Las áreas típicas de esta zona son Nueva Guinea, San Carlos, Zonas montañosas de Matagalpa y Jinotega y muchas áreas de la Costa Atlántica, además en el departamento de Rivas, la Zona de Cárdenas.

4.7.2. Mejoramiento Genético del Fríjol para condiciones de sequía

El déficit hídrico en las plantas provoca toda una serie de respuestas morfológicas, fisiológicas y fenológicas, las cuales pueden tener un valor adaptativo y por lo tanto conferir un cierto grado de tolerancia a esta condición de estrés (Attipalli et al., 2004). Bajo condiciones de sequía la reducción en la producción se debe a la deficiencia en el llenado de grano, disminución del número de semillas por vaina y reducción de la longitud de las vainas (López et al., 2008), y en consecuencia el rendimiento de grano disminuye siendo mayores las reducciones cuando la sequía incide en la etapa reproductiva (Laing et al., 1983); en esta etapa se han observado reducciones en el rendimiento hasta de 78% debidas a sequía (Acosta et al., 1989).

En este sentido, Castañeda et al., 2006, encontraron que el rendimiento de semilla disminuyó con el estrés hídrico aplicado durante la formación de vainas en 23%, y en 18% en el llenado de grano, resultando más sensible la primera de estas dos etapas.

La reducción del rendimiento es dependiente del genotipo, ya que no todas las variedades son afectadas en la misma magnitud por el estrés. Esta respuesta individual es la que finalmente determina el nivel de susceptibilidad a la sequía de cada genotipo (Acosta et al.; 1992).

El mejoramiento genético del cultivo en condiciones de estrés hídrico conviene ser orientado a la obtención de variedades de frijol más rústicas y mejor adaptadas a las regiones que adolecen de éste problema, ya que las soluciones genéticas son las más económicas y frecuentemente las más fácilmente adoptadas, particularmente por pequeños agricultores (Beebe,1989). Por tal razón se considera la evaluación y selección sistemática de los cultivadores y líneas provenientes de regiones sujetas a déficit hídrico de humedad intermitente, en la que se ha demostrado la existencia de variabilidad genética para la adaptación (Singh, 1995), pues la producción de frijol se logra fundamentalmente en zonas temporales en donde el recurso agua es escaso en mayor o menor grado.

En el mejoramiento genético para condiciones de sequía, el principal objetivo es el rendimiento final, lo que simplifica o ignora muchos de los procesos fisiológicos de la

adaptación a sequía. A la fecha el mejor criterio de selección de frijol bajo sequía es el rendimiento per se (White y Singh, 1,991).

La evaluación por adaptación a sequía, con base en rendimiento, se realiza en generaciones intermedias o avanzadas, ya que el rendimiento bajo sequía es controlado por la acción de genes aditivos (Ayele, 1,994; Kornegay, et al., 1,997).

4.7.3. Modalidades de siembra del frijol

Las modalidades de siembra utilizadas en el país son en línea o al voleo.

4.7.3.1 . Siembra en línea:

- **La siembra al espeque:** Evita la erosión y es usado en terrenos con gran pendiente con esta modalidad la distancia de siembra es determinada por el sembrador.
- **El rayado al surco:** Consiste en hacer la raya de siembra con arado egipcio (punta fina) halado por bueyes o utilizar sembradores de tracción animal, las cuales abren el surco, depositan la semilla y realizan la labor de tapado al surco.
- **La siembra mecanizada:** Se realiza en forma convencional; la sembradora es regulada para sembrar determinada cantidad de semillas por metro lineal; y con sembradora de labranza cero, esta técnica evita el deterioro de los suelos y reduce los costos.

4.7.3.2 Siembra al voleo

Esta modalidad se utiliza para la siembra del “Frijol Tapado”. Esta consiste en volear el frijol sobre el terreno sin desmontar, después de la siembra se procede al desmonte, cubriendo las malezas al grano. Este germina bajo el mulch.

4.7.4. Selección de la variedad a sembrar

La variedad que vayamos a sembrar debe reunir algunas características tales como color uniforme, debe estar sana, buen porcentaje de germinación (85%), pureza y la variedad seleccionada debe ser acorde con la zona de siembra.

4.7.5. Cantidad de semilla.

La cantidad de semilla necesaria para el establecimiento de una manzana esta en dependencia de la modalidad de siembra, así pasa la siembra en línea es de 60 lbs (espeque), 85 lbs (tracción animal y mecanizada). Para la siembra de frijol tapado se utiliza alrededor de 150 lbs/mz.

4.7.6. Profundidad de siembra

La profundidad de siembra para el establecimiento del cultivo va a depender de la textura del suelo. Así en suelo livianos (francos) debe ser de 1.5 a 2 pulgadas (3.81-5 cm), en suelos pesados (franco-arcillosos) de 1 a 1.5 pulgadas (2.54-3.81 cm).

4.7.7. Marco de siembra y Densidad poblacional

El marco de siembra para el establecimiento nos va a determinar la densidad poblacional, siempre y cuando esta última no sea afectada por diferentes factores (germinación, plagas, etc.). Para obtener una buena densidad los surcos deben estar separados a 40-50 cm, es necesario recordar que para esto debemos conocer el hábito de crecimiento de la variedad a sembrar. Se debe colocar 15 semillas por metro lineal. La población óptima al final del ciclo debe de ser de 14,000-19,000 plantas/mz, 175,000-280,000 plantas/mz.

4.8. Fertilización.

4.8.1. Fertilización básica

La aplicación del fertilizante completo es muy importante para el desarrollo del sistema radicular, ya que este puede extraer nutrientes de una profundidad mayor.

La fertilización en el frijol como en todo cultivo debe basarse en el análisis del suelo o mejor dicho en la cantidad de nutrientes que extrae el cultivo para determinado rendimiento.

En el país existen diferentes formulaciones, recomendándose utilizar tres; estas son la 10-30-10, 18-46-0 y 17-44-3, por lo general se utilizan 2 qq por Mz.

El ciclo del frijol es corto comparado con otros cultivos, por esta razón la aplicación del fertilizante debe hacerse en el momento oportuno (Guía Técnica INTA, 2009).

4.9. Requerimientos hídricos del frijol

El frijol requiere 3.4 mm de agua por día desde la siembra hasta la etapa fenológica de prefloración, 6 mm por día durante la floración y 4.7 mm por día desde la formación de vainas hasta el llenado de grano. En general entre 200-400 mm de agua durante todo el ciclo. Las etapas críticas son 15 días antes de la floración y 18 a 22 días hasta la maduración de las primeras vainas.

4.9.1. Riego del cultivo de frijol

El método de riego, el ciclo vegetativo y las condiciones climáticas son los indicadores para determinar la dosis y el intervalo de riego. En forma general el intervalo de riego oscila de 7-10 días en el periodo vegetativo y 4-7 días en floración hasta llenado de vainas. Para obtener altos rendimientos, el método de riego no es el factor principal. Pero para la producción de semilla se recomienda el riego por gravedad (surcos) este evita la desmanación de enfermedades porque no moja el follaje y no provoca salpique.

Pero con los avances en la tecnología de la irrigación, el método más recomendado tanto para la producción comercial como la producción de semilla es el Goteo. El riego por aspersión debe utilizarse en suelos de textura liviana, los cuales son permeables y tienen baja capacidad de retención. Los intervalos de riego son más frecuentes, pero con menos capacidad de agua por aplicación. El riego por gravedad (surcos) es recomendable para suelos semipesados y con un porcentaje de pendiente de 1-3%. La nivelación es esencial para evitar los encharcamientos. (Guía tecnológica INTA, 2009)

4.10. Manejo Fitosanitario

4.10.1. Manejo de malezas

La etapa crítica de competencia del cultivo del frijol y las malezas oscila desde los 20 hasta los 30 días. Esto debido a que en esta etapa, el crecimiento es lento y la reducción en el rendimiento puede ser del 50 hasta el 70%.

Después el cultivo ejerce control sobre las malezas por el aumento del área foliar. Esto consigue de los 30 hasta los 50 días por el crecimiento rápido del cultivo.

El control de malezas puede ser:

- **El control mecánico:** Consiste en eliminar las malezas utilizando azadón, carretillas, machetes o manualmente.
- **El control químico:** Se realiza mediante la aplicación de herbicidas dependiendo de malezas.

4.11. Manejo de plagas

Para el control de plagas en el cultivo de frijol, es necesario combinar todos los tipos de control existentes. Así se evita que se alcancen niveles que provoquen daños económicos. La aplicación de agroquímicos debe estar sujeta a recuentos insectiles en el caso de aplicar, usar el menos toxico. Las principales plagas que atacan el cultivo son las siguientes:

4.11.1. Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)

Phyllophaga spp son insectos polívoros de importancia en cultivos como el frijol. En ocasiones, las larvas pueden matar en algunos casos hasta 50% de las plántulas, con la consecuente disminución en el rendimiento de las cosechas (Morón 1984).

La amplia diversidad de hospedantes, su ciclo de vida, sus hábitats edáficos, lo convierten en un problema difícil de manejar.

4.11.2. La babosa del frijol o lipe del frijol común (*Vaginilus plebeius*)

La plaga aparece en la época de postera; se reproducen en gran cantidad, causan un mayor daño en los primeros 20 días de crecimiento del frijol. Estas atacan principalmente por la noche.

4.11.3. La Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Es la plaga más importante en el cultivo del frijol, existen diferentes biotipos de moscas blancas, no todas causan daños al frijol. En nuestro medio la más dañina para el frijol es

Bemisia tabaci; el adulto tiene alas de color blanco y cuerpo amarillo pálido, la ninfa después que nace bajo la hojas chupa la savia para alimentarse hasta llegar adulto en un promedio de 20 días; el adulto vive 10 a 15 días. El principal daño que causa al frijol es que transmite el virus que produce la enfermedad del mosaico dorado; las hojas se ponen amarillas, cuando el ataque ocurre en plantas jóvenes estas quedan pequeñas, no forman vainas y no producen granos de frijol. El periodo que hace más daño es la emergencia de las plántulas hasta antes de la floración. Las variedades certificadas son tolerantes a la enfermedad, el mayor daño ocurre en las variedades criollas. (Andrews, K.L. 1984)

4.12. Manejo de enfermedades

Las enfermedades a la par de otros factores son una limitante en la producción de frijol en el país. Las principales enfermedades que atacan el cultivo son las siguientes:

4.12.1. Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*)

Es causada por un hongo; reduce los rendimientos hasta un 40%. Esta enfermedad se presenta mayormente en zonas y épocas con temperaturas moderadas (16 a 28°C, óptimo de 24°C), y alta humedad relativa alternada con periodos cortos de humedad. El inóculo proviene de la cosecha anterior. La diseminación puede ocurrir por el contacto de la plántula con el residuo infectado al momento de emerger, salpique de las gotas de lluvia sobre el residuo o por esporas del hongo transportadas por el viento desde lotes vecinos; la transmisión por semilla es relativamente baja, pero representa un peligro potencial según el nivel de daños en las vainas.

En las primeras hojas las lesiones presentan manchas circulares de color castaño-oscuro, en las hojas trifoliadas la mancha es angular; en tallos, ramas, y peciolos pueden presentarse lesiones alargadas castaño-oscuro; en las vainas son casi circulares de color castaño-rojizo rodeadas por bordes más oscuros. La prevención y el control de la mancha angular se puede lograr usando semilla limpia proveniente de lotes libres de la enfermedad, la eliminación de los residuos de la cosecha anterior y la rotación aunque el nivel de resistencia de las variedades comerciales es bajo, existen variedades mejoradas que toleran la enfermedad, sobre todo si se previenen los ataques con prácticas anteriormente mencionadas. (CENTA, 1992).

4.12.2. Virus de Mosaico común del Frijol (B.C.M.V)

Esta enfermedad se encuentra en casi todos los países del mundo, es transmitida por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo. Los rendimientos pueden ser afectados en 35-98%. Los síntomas del mosaico están en plantas infectadas sistemáticamente ocasionando moteado, enroscamiento, raquitismo y deformación de las hojas primarias, si la infección fue por la semilla, en las hojas trifoliadas hay enroscamiento, deformación y mosaico amarillo con varias tonalidades de verde.

En variedades resistentes se presenta lo que se conoce como necrosis sistémica o raíz negra, puede presentarse también en hojas, vainas y tallos; los transmisores del virus son los áfidos y mosca blanca. Se debe controlar con insecticidas sistémicos, semilla libre de virus y variedades resistentes.

4.12.3. Mosaico Dorado (BGMV)

Enfermedad causada por un virus transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Las bajas temperaturas y las épocas de lluvia afectan las poblaciones de este insecto y disminuyen la incidencia del virus. Las variedades criollas de frijol son altamente susceptibles. Los síntomas aparecen como un mosaico amarillo intenso, con deformación de las plantas, vainas y semillas. El virus del mosaico dorado no se transmite por la semilla del frijol (Cultivando frijol, 2004).

4.13. Cosecha y Postcosecha

4.13.1. Madurez del grano

Las labores de cosecha y post-cosecha son las últimas en el cultivo del frijol, teniendo gran importancia para obtener un grano de mayor calidad. El momento de la cosecha se determina por la madurez fisiológica que se determina por el cambio de color de follaje (verde-amarillo), las vainas cambian de color (rojo, morado, crema, etc.) además el grano alcanza su máximo crecimiento. Cuando se presentan estos signos se debe proceder al arranque de las plantas,

Generalmente el arranque comienza cuando las plantas perdieron casi la totalidad de las hojas y las semillas tienen una humedad entre el 21-26%.

4.13.2. Postcosecha

4.13.2.1. Presecado

El pre secamiento es el secado del frijol en el campo, esta actividad se realiza cuando el tiempo esta seco y consiste en arrancar la planta de frijol cuyo grano tiene un 30 a 50% de humedad, se juntan unas cuatro a cinco matas y se dejan los moños en el campo para su secamiento, si el tiempo es soleado las vainas se secan en 3 a 4 días, se ponen quebradizas listas para el aporreo.

4.13.2.2. Tecnología de secado en cordeles o tendales.

Esta tecnología utiliza el calor solar y el viento para secar el frijol arrancado, consiste en colgar el frijol sobre cordeles amarrados de una estaca a otra en el campo. La experiencia de los productores indica que cuando llueve el agua escurre fácilmente y el grano aguanta hasta 15 días de lluvia sin germinarse (Tecnologías de pre secado, 2009.)

4.13.2.3. Tecnología de pre secado de frijol con plástico

Consiste en agrupar las matas de frijol arrancadas para dejarlas secar en días sin lluvia, el plástico cubre las plantas durante la noche y días con lluvia para protegerlas, con esta tecnología la mata de frijol puede durar más de 30 días sin sufrir daños significativos durante el pre secado en campo (Tecnologías de pre secado, 2009.)

4.13.2.4. Aporreo

El aporreo consiste en golpear las matas secas con un bastón de madera para que las vainas se abran y liberen el grano, esta actividad se hace en día soleado o nublado en un lugar adecuado del campo. Cuando se alcanza el porcentaje de humedad antes mencionado se procede al aporreo.

4.13.2.5. Secado

El secamiento puede realizarse colocando el frijol aporreado el día anterior sobre cualquier superficie (plástico, carpa, cemento) o utilizando secadores de aire caliente hasta lograr un porcentaje de humedad del 13% con este porcentaje se reduce el deterioro del grano por insectos y hongos, los cuales influyen en la calidad del grano. Es importante señalar que tampoco se debe sobre secar el grano ya que el manipuleo puede causar grandes daños físicos. (Tecnologías de pre secado, 2009.)

4.13.2.6. Almacenamiento

El local para el almacenamiento debe reunir las condiciones necesarias para que el grano no se deteriore (buena aereacion, libre de residuos anteriores, libre de humedad). Para proteger el grano del ataque de plagas de almacén se recomienda:

- Secamiento del frijol al sol 12-14%.
- Tratamientos con aceites vegetales (soya, maní, algodón, ajonjolí) aplicando 10 cc por 2 libras de frijol.
- Aplicar 5 tabletas de 3 gramos de fosforo de aluminio por tonelada de grano.
- También se recomienda las hojas de Neem colocadas por capas tanto en los sacos como bolsas de polietileno o silos metálicos.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del estudio

El estudio se estableció en época de primera el 25 de mayo del 2012, en la finca el "Nuevo amanecer", propiedad del señor Roger Rivas, en la comunidad el Porcal municipio de San Lucas departamento de Madriz situado en las coordenadas ($13^{\circ} 24.811' \text{ LN}$ y $086^{\circ} 36.312' \text{ LO}$) a 848 msnm localizada a 6 Km de la ciudad de Somoto, predominando suelos franco arcillosos.

5.2. Diseño Experimental

Para el estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 13 tratamientos de líneas de frijol y un testigo INTA Rojo; consto de 4 bloques estos divididos en dos sub-bloques, Cada subparcela experimental estaba constituida por cuatro surcos para cada línea en estudio de cinco metros de longitud, espaciados a 0.50 metros, distancia entre planta es de 7 cm y entre bloque es de 0.80 m; la parcela consta de 14 m de ancho y 45.6 m de largo para un área total de 538.4 m^2 . La subparcela útil fueron los dos surcos centrales. Al momento de la cosecha se dejó las plantas que estaban a la orilla del surco, para evitar efectos de borde.

5.3. Material Genético

En este trabajo, se evaluaron 13 líneas avanzadas de frijol rojo previamente seleccionadas a partir de evaluaciones preliminares de rendimiento realizadas en el año 2011, sobre el Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento (VIDAC Rojo) introducido de la Escuela Agrícola del Zamorano en el mismo año; más la variedad comercial INTA Rojo, utilizada como testigo local.

Azarización de las líneas en estudio

No.	Tratamientos	Bloques			
		I	II	III	IV
1	SER 234	101	208	305	410
2	MHR 311-11	102	212	313	406
3	SRS 2-19-14	103	214	302	411
4	RRH 336-28	104	205	306	409
5	RS 811-27	105	201	308	414
6	RS 814-26	106	213	301	402
7	ESL 801-7	107	203	304	412
8	RS 813-35	108	210	309	405
9	RS 811-15	109	207	307	413
10	ESL 613-9	110	211	312	401
11	SRS 2-33-60	111	202	314	408
12	ALS 0532-6	112	206	310	404
13	ALS 0531-97	113	204	311	403
14	INTA Rojo	114	209	303	407

5.4. Manejo Agronómico

5.4.1. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se realizó labores de labranza convencional: para la eliminación de malezas se aplicó al terreno 25cc de glifosato por bomba de 20 lts, posteriormente para remover el suelo se utilizó arado de tracción animal para permitir mayor absorción de nutrientes y agua.

5.4.2. Siembra

Se realizó la siembra en época de primera el 25 de mayo del 2012 de forma manual depositando un grano con una distancia de 7 cm; es decir 13 semillas por metro lineal y una

distancia entre surco de 0.50 m para obtener una densidad poblacional de aproximadamente de 14,560 plantas de frijol.

5.4.3. Fertilización

Se realizó la fertilización al momento de la siembra con la fórmula 18-46-0 a razón de (129 kg/ha) nuestra área cultivada consto de 538.4 m² por lo cual se aplicó 6.9 Kg de fertilizante (15.18 lbs).

5.4.4. Manejo de plagas

Para el manejo de plagas se utilizó un insecticida específico de acuerdo al problema que se presentó durante el ciclo vegetativo; en este caso se aplicó cipermetrina 20cc por bomba de 20 litros para el control de Diabrotica realizándose solamente dos aplicaciones la primera a los 5 días después de haber germinado el frijol y la segunda a los 15 días.

5.4.5. Control de malezas

Se realizó a los 24 días da la siembra de forma química se aplicó 40cc de Fomesafen para control de maleza de hoja ancha y 40cc de Fluazifop-p burtyl para control de gramíneas mezclados en una bomba de 20 lts.

5.4.6. Manejo de enfermedades

A partir de los 40 días después de la siembra en este caso se observó la enfermedad de la mancha angular, pero no se realizó ningún tipo de control con el fin de observar su comportamiento natural.

5.4.7. Cosecha.

La cosecha se hizo de forma manual el 14 de agosto del 2012 una vez que las líneas en estudio presentaron madurez fisiológica completa (vainas secas) posteriormente se realizó el aporreo de las vainas y limpieza del grano.

5.5. Variables a medir

5.5.1. Días a flor

Cuando el 50% de las plantas en la parcela, presentaron la primera flor abierta (CIAT, 1987).

5.5.2. Hábito de crecimiento

La evaluación del hábito de crecimiento se realizó al final de la floración, para su observación se utilizó el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de frijol (CIAT, 1987). Las categorías presentadas son de hábito de crecimiento:

I Hábito de crecimiento.

I a: Tallo y ramas fuertes y erectas.

Ib: Tallo y ramas débiles.

II Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas erectas.

IIa: sin guías.

IIb: con guías y habilidad para trepar.

III Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreras.

IIIa: Guías cortas sin habilidad para trepar.

IIIb: Guías largas con capacidad para trepar.

IV. Hábito de crecimiento voluble, con tallo y ramas débiles, largas y torcidas.

IVa: Vainas distribuidas por toda la planta.

IVb: Vainas concentradas en la parte superior de la planta.

5.5.3. Reacción a enfermedades

Se utilizó la escala de 1 a 9, en donde 1 a 3 es resistente, 4 a 6 intermedio, y 7 a 9 es susceptible (CIAT, 1987).

5.5.4. Adaptación reproductiva

Se utilizó la escala de 1 a 9, en donde 1 es lo mejor y 9 es lo peor (CIAT, 1987).

5.5.5. Color de la vaina

Se considero el color de la vaina tomando en cuenta su madurez organoléptica.

5.5.6. Días a madurez fisiológica

Cuando el 90% de las plantas tuvieron la primera vaina seca (CIAT, 1987).

5.5.7. Plantas Cosechadas

Se consideró el número total de plantas promedio en los dos surcos centrales, a excepción de las plantas cabeceras, para evitar efectos de borde.

5.5.8. Rendimiento de grano

Se aporrearón las vainas de frijol cuando estas alcanzaron su madurez fisiológica completa, y se registró su peso en gramos por parcela.

La producción obtenida en cada parcela útil fue reflejada en Kg/ha usándose la siguiente fórmula para transformar los gramos: $(10000m^2 * Pgr.) / 5m^2 / 1000$ gramos.

10000m²: es la cantidad de metros cuadrados que posee una hectárea (ha)

Pgr: peso del grano (en gramos)

5 m²: es el resultado de multiplicar la parcela útil (dos surcos centrales) por la distancia entre surco (0.5m) por el largo de la parcela (5m).

1000 gramos: es la cantidad de gramos que posee un kilogramo (Kg)

y se ajustó al 14% de humedad mediante la fórmula propuesta por el CIAT 1997 ($R=P1(100-14\%H)/86$).

R: Rendimiento al 14% humedad.

P1: Peso inicial de la muestra con la humedad de la cosecha.

%H: % Humedad de cosecha determinada en el instrumento Dole 400.

86: Resultado de restarle 14% de ajuste al 100%.

5.5.9. Valor Comercial

(Color, tamaño y forma). Se utilizó la escala de 1 a 9, en donde 1 es similar a Rojo de Seda, 4 a INTA Rojo, 7 a DOR 364, 8 y 9 muy pobre a colores no comerciales (CIAT, 1987).

5.5.10. Humedad del grano

Se determinó con un probador de humedad eléctrico Dole 400.

5.5.11. Datos de precipitación (mm)

Haciendo uso de un pluviómetro se registraron los datos de precipitación ocurrida durante el ciclo del cultivo.

5.6. Análisis estadísticos

Para realizar el análisis estadístico se tomaron los valores de cada una de las variables y se realizó un análisis de varianza P (0.05) con el fin de detectar diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el caso de la variable peso de grano, los datos obtenidos se transformaron de gramos a kilogramos por ha, para su respectivo análisis. Para discriminar cada uno de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey P (0.05) de probabilidad del error. Para ello, se utilizó el Programa estadístico INFOSTAT 2007/P. Las variables en las que se usó la escala de 1 a 9 (Reacción a Mancha angular y aspecto de grano), los datos fueron transformados mediante la fórmula raíz cuadrada de $(x + 1)$. El resto de variables se presentó a nivel de promedios a excepción de las variables hábito de crecimiento y color de vaina en las cuales no se hizo análisis estadístico, para los datos de precipitación se utilizó el programa Microsoft Excel 2010, mediante un gráfico.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Días a floración

Los estudios sobre la herencia de la precocidad en frijol común son pocos. Sin embargo, solo dos o tres genes principales parecen ser de interés. Uno o dos genes ejercen un efecto directo sobre la madurez, mientras otro parece modificar la fenología indirectamente a través de sus efectos sobre el hábito de crecimiento (Morales, 2008). Este carácter es de gran importancia cuando se hace selección de nuevas variedades, pues en los sistemas de producción que se practican en la zona seca de la región de Las Segovias, se prefieren variedades precoces. En este trabajo se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para la variable días a flor (Cuadro 1), siendo los materiales RS 813-35 y ESL 613-9 los que presentaron una mayor precocidad con 32 días a flor. Sin embargo, los genotipos más tardíos fueron ALS 0531-97 (35 DDS) y RRH 336-28 (35 DDS). El resto de las líneas evaluadas dio valores intermedio (Cuadro 2).

6.2. Reacción a Mancha angular

La Mancha angular es causada por el hongo *Phaeoisariopsis griseola*. Este patógeno ataca el follaje, las vainas y las semillas del frijol. Por lo general la enfermedad se presenta alrededor de la cuarta semana después de la siembra. Ataques severos causan amarillamiento y caída de las hojas afectadas, lo que reduce el rendimiento cuando esto ocurre temprano en el ciclo de cultivo (Araya y Hernández, 2006). En este trabajo se encontraron diferencias significativas $p < (0.05)$ entre las líneas evaluadas para Mancha angular (Cuadro 1). Del grupo de líneas evaluadas, sobresalen ALS 0532-6 (2.50), ALS 0531-97 (2.25) y RS 813-35 (2.75) por su mayor tolerancia a esta enfermedad. Los materiales más afectados por Mancha angular fueron INTA Rojo (4.25) y SER 234 (4.25). El resto de genotipos dio valores intermedios (Cuadro 2).

Cuadro 1. F calculada, significancia estadística y coeficiente de variación de las variables, días a flor, reacción a Mancha angular, días a Madurez fisiológica y adaptación reproductiva, El Porcal, 2012.

Fuente de variación	Días a Flor	Reacción a Mancha angular	Días a Madurez Fisiológica	Adaptación reproductiva
Líneas	3.87 ^{**}	7.29 ^{**}	24.29 ^{**}	4.11 ^{**}
Repeticiones	2.44 ^{ns}	5.14 [*]	0.64 ^{ns}	0.27 ^{ns}
CV (%)	2.75	5.95	1.41	9.52
R ²	0.60	0.74	0.89	0.58

** = Diferencia estadística altamente significativa p (0.01)

* = Diferencia estadística significativa p (0.05)

ns = Diferencia estadística no significativa p(0.05)

6.3. Hábito de Crecimiento

La forma de la parte Terminal del tallo, la longitud de los entrenudos, la aptitud para trepar o capacidad de torsión y el grado de ramificación conforman el hábito de crecimiento del frijol, de gran utilidad en la descripción morfológica de las nuevas variedades. En este estudio, se encontró que las líneas RS 811-15, ESL 613-9, SRS 2-33-60 mostraron un hábito de IIa al igual que la variedad comercial INTA Rojo, y el resto de genotipos una arquitectura erecta con guía larga(IIb) (Cuadro 2), lo cual representa un grado de avance en el mejoramiento con respecto a la arquitectura erecta.

6.4. Días a Madurez Fisiológica

La madurez fisiológica se manifiesta cuando las vainas de las plantas, cambian del color verde al color característico de la variedad, y es cuando la semilla ya no depende de la planta. En este estudio, se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados (Cuadro 2), siendo los materiales más precoces ESL 613-9 (62.50 DDS), SRS 2-33-60 (61.50 DDS) y RS 813-35 (60.00 DDS). Los genotipos más tardíos

fueron ALS 0531-97 (69.50 DDS) y ESL 801-7 (66.25 DDS). El resto de materiales evaluados tuvo valores intermedios (Cuadro 2).

6.5. Adaptación Reproductiva

La adaptación reproductiva, nos da una idea acerca de la capacidad que tienen las plantas de formar estructuras reproductivas. En este trabajo, se dieron diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados (Cuadro 1). Los materiales que tuvieron los valores más bajos (mejor adaptación), fueron RS 813-35 y ESL 613-9. Sin embargo, ALS 053197 (6.00) e INTA Rojo (5.75) fueron los que presentaron valores más altos (menor adaptación). El resto de líneas manifestó valores intermedios (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características Agronómicas de 13 líneas de Frijol rojo y el testigo INTA Rojo para tolerancia a sequía, El Porcal, 2,012.

Líneas	Características Agronómicas				
	Días a Flor	Reacción a Mancha angular	Hábito de Crecimiento	Días a Madurez Fisiológica	Adaptación Reproductiva
SER 234	34.25abc	4.25ab	II b	65.25bc	5.00ab
MHR 311-11	32.75abc	4.00abc	II b	64.25bcd	5.50ab
SRS 2-19-14	33.50abc	3.75abcd	II b	64.25bcd	5.25ab
RRH 336-28	34.75a	4.75a	II b	65.00bc	5.50ab
RS 811-27	33.00abc	3.75abcd	II b	63.25cde	5.00ab
RS 814-26	33.25abc	3.50abcde	II b	64.00bcd	5.00ab
ESL 801-7	34.50ab	3.25bcde	II b	66.25b	5.00ab
RS 813-35	32.25bc	2.75cde	II b	60.00f	4.25b
RS 811-15	32.75abc	3.50abcde	II a	63.00cde	5.25ab
ESL 613-9	32.00c	3.75abcd	II a	62.50de	4.25b
SRS 2-33-60	33.25abc	4.00abc	II a	61.50ef	5.50ab
ALS 0532-6	33.50abc	2.50de	II b	64.00bcd	5.50ab
ALS 0531-97	35.00a	2.25e	II b	69.50a	6.00a
INTA Rojo(T.L)	33.50abc	4.25ab	II a	63.25cde	5.75a

Medias con una misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey p(0.05)

6.6. Plantas Cosechadas

Para plantas cosechadas, el análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas entre las líneas evaluados en donde se realizó este trabajo (Cuadro 2). Este resultado nos indica que

el número de plantas cosechadas no influyó en la diferencia del rendimiento expresado por cada una de las líneas evaluadas.

6.7. Color de vaina

Las líneas evaluadas en este estudio presentaron en su mayoría color de vaina crema con rosado siendo este color el más predominante las líneas que presentaron este color de vainas fueron ALS 0531-97, ALS 0532-6, RS 814-26, RRH 336-28, SRS 2-19-14, MHR 311-11, SER 243, las líneas que presentaron color rojo fueron INTA-Rojo, SRS 2-33-60, RS 813-35, ESL 801-7 y las dos líneas restante presentaron color crema con morado RS 811-15 y RS 811-27; el color de la vaina no influye en el aspecto ni rendimiento del grano.

6.8. Rendimiento de grano

El principal criterio de selección es el rendimiento de grano, porque en él está expresado todo el proceso fisiológico que el cultivo tuvo que pasar ante situaciones de estrés (Sequía, enfermedades, baja fertilidad). Manifiestan que los rendimientos en frijol frecuentemente difieren entre cultivares, debido a las variaciones en fenología, en tamaño de semilla y en otros rasgos, y que la reducción en rendimiento de grano puede ser explicada por el efecto de la sequía sobre sus componentes, como número de vainas y de granos por vaina, así como el peso de grano (White *et al.*, (1992). En este estudio, el análisis de varianza p (0.05) efectuado a la variable rendimiento detectó diferencias significativas entre las líneas evaluadas (Cuadro 3). Las líneas que expresaron los mejores potenciales de rendimiento de grano fueron RS 814-26 ($1,544 \text{ kg ha}^{-1}$), ESL 613-9 ($1,511 \text{ kg ha}^{-1}$), y la línea que tuvo el rendimiento más bajo fue ALS 0531-97 (904 kg ha^{-1}). El resto de líneas evaluadas dio rendimientos intermedios (Cuadro 4).

Cuadro 3. F calculada, significancia estadística y coeficiente de variación de las variables plantas cosechadas, rendimiento y aspecto del grano, en la localidad de El Porcal, 2,012.

Fuente de variación	Plantas Cosechadas	Rendimiento de grano(Kg/ha)	Aspecto del grano
Líneas	2.26 ^{ns}	2.27*	3.82**
Repeticiones	0.74 ^{ns}	0.91 ^{ns}	0.54 ^{ns}
CV (%)	8.83	20.14	7.06
R ²	0.45	0.45	0.57

* = Diferencia estadística significativa p (0.05)

** = Diferencia estadística altamente significativa p (0.01)

ns = Diferencia estadística no significativa p(0.05)

6.9. Aspecto del grano

En estos últimos años el color de grano ha adquirido importancia en nuestro país, tanto para el consumo nacional como para el grano destinado a la exportación. Por esta razón el mejoramiento genético de este cultivo, está orientado hacia la obtención de cultivares que además de tener buenos rendimientos manifiesten un buen color de grano. En este trabajo, se encontraron diferencias altamente significativas (p 0.01) entre los cultivares evaluados (Cuadro 3), siendo las líneas RS 813-35 (2.00) y ESL 801-7 (2.00) las que presentaron el mejor aspecto de grano, sin embargo, dentro del grupo evaluado, las líneas SRS 2-33-60 (3.5), ALS 0532-6 (3.5) e INTA Rojo (3.75) tuvieron los granos de color más oscuros (Cuadro 4). Con estos resultados se comprueban los avances que se han logrado en el mejoramiento genético para este carácter.

Cuadro 4. Rendimiento en kg ha⁻¹, aspecto del grano y color de vainas, de 13 líneas de Frijol rojo y el testigo INTA Rojo para tolerancia a sequía, El Porcal, 2012.

Líneas	Características Agronómicas		
	Color de la vaina	Rendimiento kg ha ⁻¹	Aspecto del grano
SER 234	Crema con rosado	1231ab	3ab
MHR 311-11	Crema con rosado	1307ab	2.75ab
SRS 2-19-14	Crema con rosado	1274ab	2.75ab
RRH 336-28	Crema con rosado	1054ab	2.75ab
RS 811-27	Crema con morado	1482ab	3ab
RS 814-26	Crema con rosado	1544a	2.50ab
ESL 801-7	Rojo	1275ab	2b
RS 813-35	Rojo	1304ab	2b
RS 811-15	Crema con morado	1407ab	3ab
ESL 613-9	Crema	1511ab	2.75ab
SRS 2-33-60	Rojo	1109ab	3.50a
ALS 0532-6	Crema con rosado	1043ab	3.50a
ALS 0531-97	Crema con rosado	904b	2.75ab
INTA Rojo	Rojo	1144ab	3.75a

Medias con una misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey p (0.05)

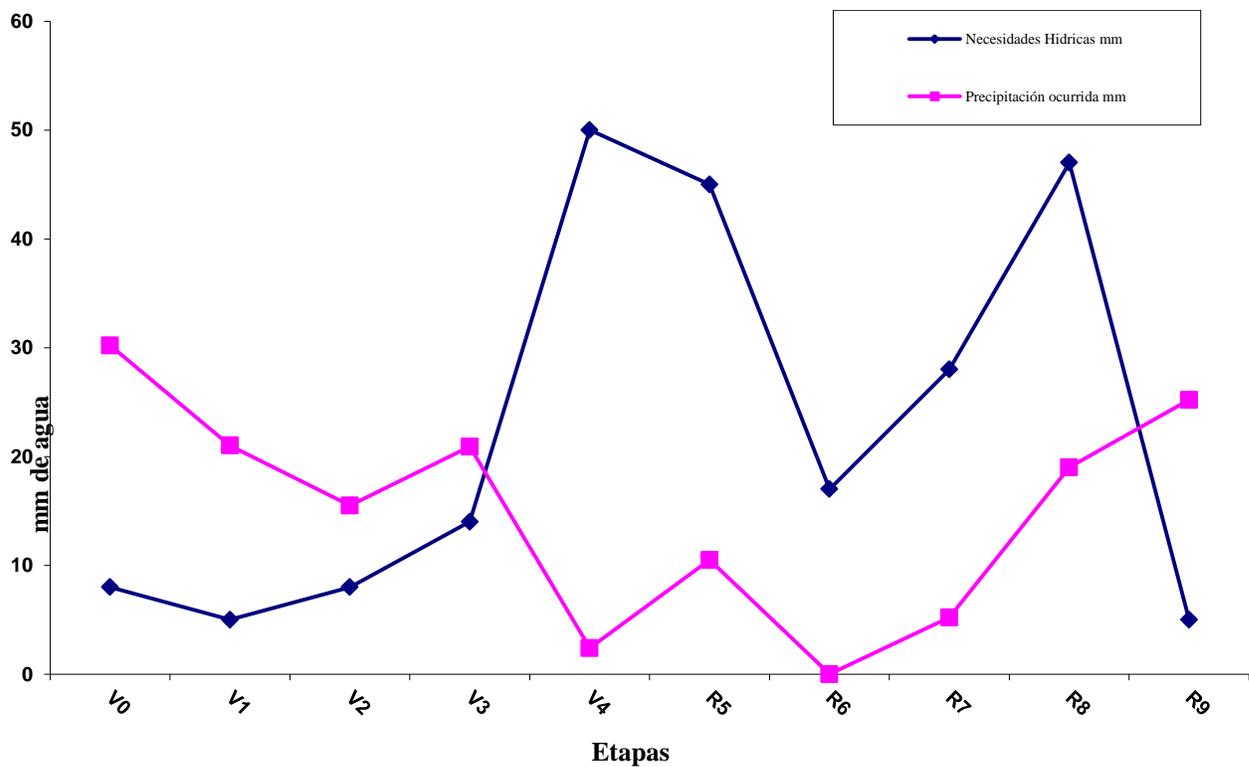


Gráfico1. Comportamiento de precipitación en la etapa fenológica de las 13 líneas de Frijol rojo y el testigo INTA Rojo, El Porcal, 2,012.

6.10. Precipitación (mm)

El gráfico 1 refleja claramente según los datos obtenidos que existen bajas fluctuaciones en cuanto a las precipitaciones con respecto a la demanda de la necesidad hídrica del frijol; es decir que estuvo por debajo de los valores (milímetros de agua) para cubrir en todo el periodo lo que requiere el cultivo y por lo tanto se consideró que existió el periodo de sequía en las etapas de mayor requerimiento hídrico del frijol como fue en tercera hoja trifoliada (V4), prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7) y llenado de vainas (R8).

VII. CONCLUSIONES

- Con respecto a la variable días a flor las 13 líneas presentaron periodos de floración entre 32 y 35 días respectivamente; mientras que en días a madurez fisiológica 13 líneas mostraron su madurez en un periodo menor o igual a 64 días resultando más precoces que la línea ALS 0531-97 con 69 días.
- De las líneas evaluadas, 10 líneas presentaron hábito de crecimiento IIb (arbustivo indeterminado con tallos y ramas erectas) y 4 líneas presentaron hábito de crecimiento IIa (arbustivo indeterminado con tallo y ramas erectas sin guías).
- El grupo de materiales compuesto por RS 814-26 (1,544 Kg ha⁻¹), ESL 613-9 (1,511 Kg ha⁻¹), RS 811-27 (1,482 Kg ha⁻¹), RS 811-15 (1,407 Kg ha⁻¹) y RS 813-35 (1,304 Kg ha⁻¹) expresaron los mayores potenciales de rendimiento de grano, de los cuales se destaca por su precocidad, color de grano y tolerancia a Mancha angular la línea RS 813-35.
- Las líneas que tuvieron mejor reacción a enfermedades fueron ALS 0531-9 (2.25) y ALS 0532-6 (2.5) las cuales presentaron resistencia a la enfermedad de la mancha angular.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones con las líneas avanzadas de frijol rojo que resultaron ser más precoces como ESL 613-9 (32) y RS 813-35 (32.25) y con mayor de rendimiento de grano la línea RS 814-26 (1543.5) que el testigo local INTA Rojo, evaluándolas en diferentes épocas, localidades y condiciones de cultivo.
- Sugerir como línea potencial para los productores que deseen cosechar en menos tiempo, a la línea RS 813-35 por ser el más precoz madurando fisiológicamente a los 60 días después de la siembra, donde se puede utilizar en zonas donde lo periodos de lluvia son cortos.
- Incluir las líneas RS 814-26 (1,544 Kg ha-1), ESL 613-9 (1,511 Kg ha-1), RS 811-27 (1,482 Kg ha-1), RS 811-15 (1,407 Kg ha-1) y RS 813-35 en ensayos que contemplen otras líneas avanzadas para realizar pruebas de estabilidad del rendimiento en varias localidades
- Someter las líneas ALS 0531-97 y ALS 0532-6; a evaluaciones en regiones donde se presenta mayor problema de mancha angular ya que estas líneas mostraron menor severidad y daño a la enfermedad.
- Se puede implementar el cultivo de líneas avanzadas de frijol que sean tolerantes como las líneas ESL 613-9 y RS 813-35; por presentar las mejores características agronómicas en periodo de sequía.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Acosta J.A., and J. Kohashi-Shibata. 1989. Effect of water stress on growth and yield of indeterminate dry- bean (*Phaseolus Vulgaris L.*) *Field Crop Res.* 20:81-93.
- Acosta, J; y Ochoa, R. 1992. Amplia adaptación vs adaptación específica en frijol de temporal. In: *Memorias de Simposio Interacción Genotipo-Ambiente en Genotecnia Vegetal.* Soc. Méx. de Fitogenética, A.C. Guadalajara, Jal. México. pp. 297-324.
- Araya, C; y Hernández, J,C. 2,006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. MAG. San José, Costa Rica. 36p.
- Attipalli RR, Kolluru VC, Munusamy V. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. PlantsPhysiol.* 161: 1189-1202.
- Andrews, K.L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras, E.A.P. 85 p.)
- Beebe,S. (ed.) 1989. Temas actuales en mejoramiento genético del frijol común. Documento de trabajo No. 47. Programa de Frijol ,CIAT,Cali, Colombia. 465p.
- Castañeda, C. L. Córdova, V. Gonzales, A. Delgado, A. Santacruz y G. García. 2006. Respuestas fisiológicas y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. *Interciencia*, Caracas. Venezuela.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1,987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales (Comps.). Cali, Colombia. 56p.
- CIAT.1985. Frijol: Investigación y Producción. M. López, F.Fernández y A.V. Schoonhoven (eds).Cali, Colombia,726 p
- CIAT. 1994. Problemas de Producción da Fríjol en los Trópicos, 2da. ed. Pastor Corrales, M. y Schwartz H.F. (eds.) Cali, Colombia.
- Morales, F.J.,y M. Castaño. 2008. Enfermedades virales del Fríjol Común en América Latina. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 84p.
- Ramírez, V.P., y J.A. Acosta Gallegos. 1995. Factores abióticos que afectan la productividad del frijol común (*Phaseolus Vulgaris L.*) con énfasis en la sequía . In: Pérez,

M.J; R. Ferrera, y R. García Espinoza (eds.). Diversidad Genética y Patológica del frijol. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp: 52-68.

Singh, S.P. and J.W. White. 1,988. Breeding common beans for adaptation to drought conditions. In: White, J.W., F. Hoogenboom, F. Ibarra, and S.P. Singh (eds.). Research on

Singh, S.P. 1995. Selection for water tolerance in interracial populations of common bean. Crop Sci. 35: 118-124.

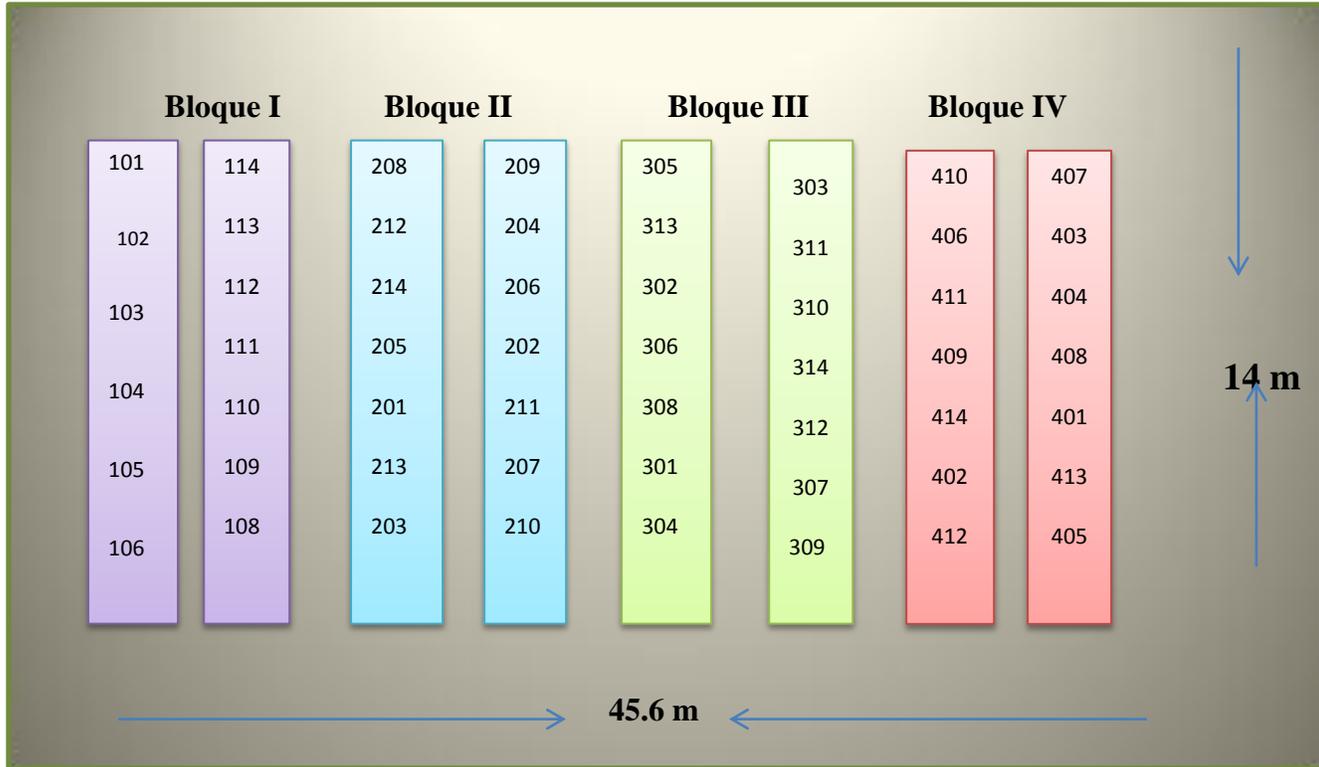
Cultivo de frijol, Tecnologías de pre secado en campo, /IICA/COSUDE, Proyecto RED SICTA, Red de Innovación Agrícola, Managua, Nicaragua, Junio 2009.

Guía Técnica No 3. El Cultivo del Frijol. INTA, Nicaragua. 12 p. 1^{ra} edición, 2009.

x. ANEXOS

Anexo 1

PLANO DE CAMPO



Descripción del plano de campo

Descripción	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6	Bloque 7	Bloque 8
Largo	5 m	5m						
Ancho	14m	14 m	14m	14m	14m	14m	14m	14m
Total	70 m ²	70m ²						

Área de siembra

DIST PLANTA	ENTRE SURCO	DIST ENTRE Bloque
7 CM	0.5 metros	0.80 metros

Anexo 2

Cuadro datos de precipitaciones ocurridas en la localidad de El Porcal, municipio de San Lucas, 2,012.

Fecha	Mayo	Junio	Julio	Agosto
01	0	2.5	0	0
02	0	1.1	5.2	0
03	0	0	0	0
04	0	0	19	0
05	0	14.4	0	0
06	0	0	0	18.2
07	0	0	0	7
08	18	0	0	0
09	24	6.4	0	0
10	0	14.5	0	2
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	2.4	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	10	0	0	5.2
17	19	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	20	0	0	0
21	72.2	0	0	0
22	12.6	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	10.5	0	0
25	0	0	0	0
26	1.2	0	0	4.2
27	4.2	0	0	10
28	2.2	0	0	0
29	4.1	0	0	12.4
30	0	0	0	32.4
31	18.5	0	0	0

Altura msnm = 848

Coordenadas = X: 0543383

Y: 1483898

Anexo 3

LIBRO DE CAMPO

Evaluación de 13 líneas avanzadas de frijol rojo para la tolerancia a sequía, en EL Porcal, San Lucas 2012.

N*	Identificación	Días a flor	Habito de crecimiento	Reaccion a enfermedades	Adaptación reproductiva	La madurez fisiologica	Color de vaina	Plantas cosechadas	peso de granos	Humedad del grano	Color del grano
101	SER 234	34	llb	5	4	66	crema con rosado	115	835	17.2	3
102	MHR 311-11	33	llb	4	6	64	crema con rosado	90	896	17.4	2
103	SRS 2-19-14	33	llb	4	5	65	crema con rosado	97	725	17.9	2
104	RRH 336-28	35	llb	6	6	66	r crema con rosado	87	616	16.9	3
105	RS 811-27	34	llb	4	5	64	Crema con morado	90	917	15.9	3
106	RS 814-26	32	llb	4	5	65	Crema con morado	91	795	16.1	2
107	ESL 801-7	33	llb	5	5	68	Rojo	106	665	17.4	2
108	RS 813-35	33	llb	3	4	60	Rojo	90	827	15.4	2
109	RS 811-15	32	lla	3	5	62	crema con rosado	91	881	15.8	3
110	ESL 613-9	32	llb	4	4	62	crema con rosado	107	841	16.3	2
111	SRS 2-33-60	32	lla	4	6	61	Rojo	88	500	15.4	4
112	ASL 0532-6	33	llb	3	6	64	crema con rosado	98	402	15.4	4
113	ASL 0531-97	33	llb	3	6	70	crema con rosado	119	301	16.7	3
114	INTA rojo	33	lla	4	5	63	Crema con morado	110	573	16	4

N*	Identificación	Días a flor	Habito de crecimiento	Reaccion a enfermedad	Adaptacion productiva	ías a madure fisiologica	Color de vaina	Plantas cosechadas	Peso de granos	Humedad del grano	color del grano
201	RS 811-27	33	llb	3	5	64	Crema con morado	94	647	15.6	3
202	SRS 2-33-60	34	lla	4	5	64	Crema con rosado	102	785	15.5	4
203	ESL 801-7	37	llb	4	6	63	Rojo	94	627	16.1	2
204	ASL 0531-97	37	llb	3	5	67	Crema con rosado	93	607	16.9	3
205	RRH 336-28	35	llb	4	6	65	Crema con rosado	95	524	16.7	3
206	ASL 0532-6	34	llb	4	6	64	Rojo	87	459	15.7	3
207	RS 811-15	33	llb	3	6	63	Crema con morado	88	474	16.6	3
208	SER 234	35	llb	3	5	63	Crema con morado	92	734	16.3	3
209	INTA rojo	34	lla	2	4	60	Rojo	110	676	15.3	4
210	RS 813-35	32	llb	2	5	65	Rojo	90	666	16	2
211	ESL 613-9	32	lla	2	6	69	Crema	114	630	16.5	3
212	MHR 311-11	33	llb	3	4	62	Crema con morado	122	939	16.1	3
213	RS 814-26	33	llb	4	6	64	Crema con morado	96	558	15.9	2
214	SRS 2-19-14	33	llb	4	5	62	Crema con rosado	96	556	16.9	3

N*	Identificación	Días a flor	Habito de crecimiento	Reaccion a enfermedad	Adaptacion reproductiva	madures fisiologica	Color de vaina	Plantas cosechadas	peso de granos	Humedad del grano	Color del grano
301	RS 814-26	34	IIb	3	5	64	Crema con rosado	94	647	16.4	4
302	SRS 2-19-14	33	IIb	4	5	64	Crema con rosado	102	785	16.5	3
303	INTA rojo	34	IIa	4	6	63	Rojo	94	627	16	3
304	ESL 801-7	35	IIb	3	5	67	Rojo	93	607	15.9	2
305	SER 234	34	IIb	4	6	65	Crema con rosado	95	524	16.1	3
306	RRH 336-28	35	IIb	4	6	64	Rojo	87	459	15.6	3
307	RS 811-15	33	IIb	3	6	63	crema con morado	88	474	17.1	3
308	RS 813-27	32	IIb	3	5	63	crema con morado	92	734	15.9	4
309	ASL 813-35	32	IIb	2	4	60	Rojo	110	676	14.9	2
310	ASL 0532-6	33	IIb	2	5	65	Crema con rosado	90	666	16.2	3
311	ASL 0531-97	35	IIb	2	6	69	Crema con rosado	114	630	16.4	2
312	ESL 613-9	32	IIa	3	4	62	Crema	122	939	15.1	3
313	MHR 311-11	33	IIb	4	6	64	Crema con rosado	96	558	16.4	3
314	SRS 2-33-60	32	IIa	4	5	62	Rojo	96	556	16	3

N*	Identificación	Días a flor	Habito de crecimiento	Reaccion a enfermedades	Adaptacion reproductiva	a madurez fisiologica	Color de vaina	Plantas cosechadas	peso de granos	Humedad del grano	Color del grano
401	ESL 613-9	32	IIa	4	5	64	crema con morado	90	575	16.1	3
102	RS 814-26	34	IIb	4	5	65	Crema con rosado	85	888	16.2	2
403	ASL 0531-97	35	IIb	2	6	69	crema con morado	90	494	17.4	3
404	ASL 0532-6	34	IIa	3	6	64	Crema con rosado	92	417	16.3	4
405	RS 813-35	32	IIb	3	4	59	Rojo	97	682	15.2	2
406	MHR 311-11	32	IIb	4	5	64	Rojo	90	636	15.8	3
407	INTA rojo	33	IIa	4	6	63	Rojo	117	630	14.5	4
408	SRS 2-33-60	35	IIa	4	5	62	Crema con rosado	85	630	15.4	3
409	RRH 336-28	34	IIb	4	5	64	crema con morado	93	487	16.6	2
410	SER 234	34	IIb	4	5	65	Crema con rosado	100	688	16.4	3
411	SRS 2-19-14	35	IIb	3	5	64	Crema con rosado	119	616	16.9	3
412	ESL 801-7	33	IIb	2	5	66	crema con morado	109	721	16.5	2
413	RS 811-15	33	IIa	4	5	63	Crema con rosado	99	643	16.2	3
414	RS 811-27	35	IIb	4	5	63	crema con morado	91	560	15.7	2

Localidad: Finca "El Nuevo Amanecer", El Porcal San Lucas.

Propietario: Don Roger Rivas.

Fecha de siembra: 25 de mayo del 2012

Fecha de cosecha: 14 de agosto del 2012.

Anexo 4



Foto 1. Siembra y fertilización del terreno donde se realizó el estudio.



Foto2. Floración y hábito de crecimiento de las líneas en estudio.

Anexo 5.



Foto3. Madurez fisiológica de una de las líneas avanzadas que se estudió.

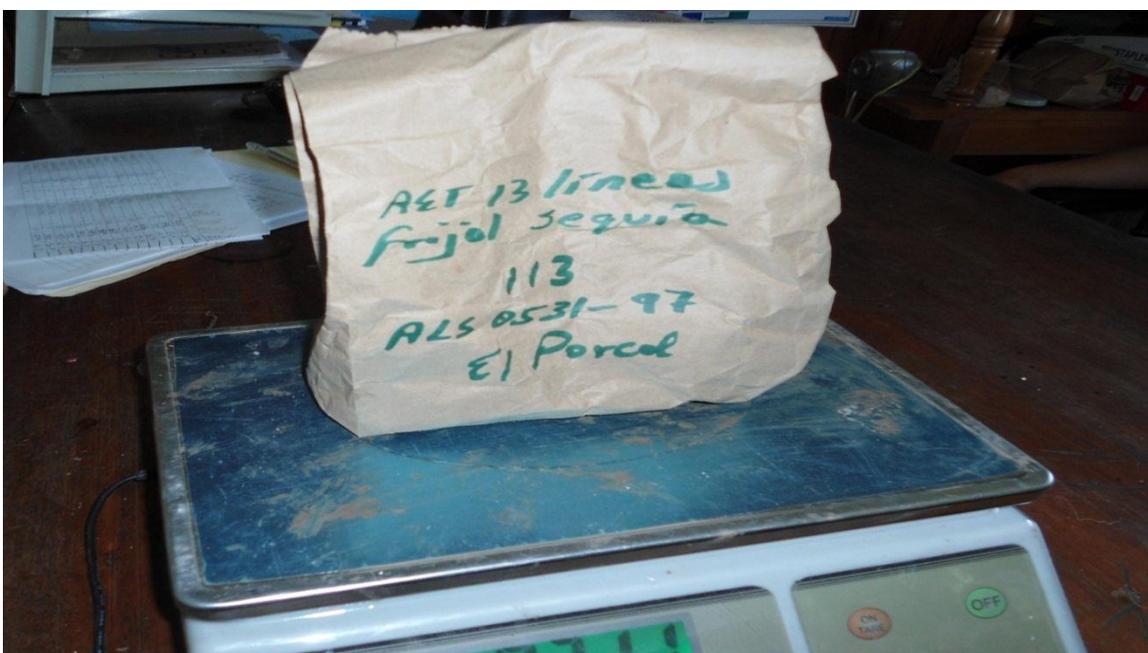


Foto4. Pesado del grano (en gramos) de la línea ALS 0531-97.